

**THIS PAGE IS INSERTED BY OIPE SCANNING
AND IS NOT PART OF THE OFFICIAL RECORD**

Best Available Images

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

BLACK BORDERS

TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT

BLURRY OR ILLEGIBLE TEXT

SKewed/SLANTED IMAGES

COLORED PHOTOS HAVE BEEN RENDERED INTO BLACK AND WHITE

✓VERY DARK BLACK AND WHITE PHOTOS

UNDECIPHERABLE GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE THE BEST AVAILABLE
COPY. AS RESCANNING *WILL NOT*
CORRECT IMAGES, PLEASE DO NOT
REPORT THE IMAGES TO THE
PROBLEM IMAGE BOX.**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of

Young-jun PARK et al

Application No.: Unassigned

Filing Date: November 13, 2003

Title: MICROELECTRO MECHANICAL SYSTEM SWITCH

Group Art Unit: Unassigned

Examiner: Unassigned

Confirmation No.: Unassigned

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following priority foreign application(s) in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

Country: Korea

Patent Application No(s): 2002-71609

Filed: November 18, 2002

In support of this claim, enclosed is a certified copy(ies) of said foreign application(s). Said prior foreign application(s) is referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy(ies) is requested.


Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620

Date: November 13, 2003

By



Charles F. Wieland III
Registration No. 33,096



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0071609
Application Number PATENT-2002-0071609

출원 년 월 일 : 2002년 11월 18일
Date of Application NOV 18, 2002

출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.

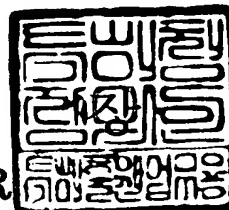
50



2002 년 11 월 29 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0004
【제출일자】	2002. 11. 18
【국제특허분류】	B81B
【발명의 명칭】	M E M S 스위치
【발명의 영문명칭】	MicroElectro Mechanical system switch
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박영준
【성명의 영문표기】	PARK, Young Jun
【주민등록번호】	660217-1650410
【우편번호】	442-370
【주소】	경기도 수원시 팔달구 매탄동 1277 주공그린빌 308동 604호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송인상
【성명의 영문표기】	SONG, In Sang
【주민등록번호】	650114-1449020

【우편번호】 151-712
【주소】 서울특별시 관악구 봉천1동 해태보라매주상타운 1616호
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 한인택
【성명의 영문표기】 HAN, In Taek
【주민등록번호】 661020-1000519
【우편번호】 137-070
【주소】 서울특별시 서초구 서초동 1641-13 아남아파트 1동 702호
【국적】 KR
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 이영필 (인) 대리인
 이해영 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 15 면 15,000 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 18 항 685,000 원
【합계】 729,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

MEMS 스위치에 관해 개시된다. 개시된 MEMS 스위치는: 기판과;

상기 기판 상면에 형성되는 신호선과; 상기 정전기력에 의해 변형되어 상기 신호선과 전기적으로 스위칭되는 빔과; 상기 신호선에 마련되는 것으로 상기 빔과의 전기적 접촉을 이루며, 외부로 부터의 힘에 의해 탄성 변형하는 스프링형 접촉부를; 구비한다. 접촉부와 빔 간의 접촉의 안정성이 향상된다. 특히 빔 또는 그 하부의 접촉부가 공정 오차에 의해 다소 불균형적으로 형성된다 해도 탄력적 변형을 수반하는 접촉에 의해 이를 보상하여 안정된 전기적 스위칭을 얻을 수 있다.

【대표도】

도 4

【색인어】

MEMS, 탄성 변형, 들뜬, FLOAT, 비정질, 탄소

【명세서】

【발명의 명칭】

MEMS 스위치 {MicroElectro Mechanical system switch}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 MEMS 스위치의 일례를 보인 개략적 단면도이다.

도 2는 종래 다른 MEMS 스위치의 일례를 보인 개략적 단면도이다.

도 3은 종래 릴레이형 MEMS 스위치의 일례를 보인 개략적 단면도이다.

도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 MEMS 스위치의 개략적 사시도이다.

도 5는 도 4에 도시된 본 발명에 따른 MEMS 스위치의 개략적 단면도이다.

도 6은 도 4에 도시된 본 발명에 따른 MEMS 스위치의 동작을 설명하는 도면이다.

도 6a는 본 발명의 제2실시예에 따른 MEMS 스위치의 개략적 단면도이다.

도 6b는 본 발명의 제3실시예에 따른 MEMS 스위치의 개략적 단면도이다.

도 7은 본 발명의 제5실시예에 따른 MEMS 스위치의 개략적 사시도이다.

도 8은 도 7에 도시된 본 발명에 따른 MEMS 스위치의 개략적 단면도이다.

도 8a는 본 발명의 제6실시예에 따른 MEMS 스위치의 개략적 단면도이다.

도 8b는 본 발명의 제7실시예에 따른 MEMS 스위치의 개략적 단면도이다.

도 9은 도 7에 도시된 본 발명에 따른 MEMS 스위치의 동작을 설명하는 도면이다.

도 10은 본 발명의 제8실시예에 따른 MEMS 스위치의 개략적 사시도이다.

도 11은 도 10에 도시된 본 발명에 따른 MEMS 스위치의 동작을 설명하는 도면이다.

도 12은 본 발명의 제9실시예에 따른 MEMS 스위치의 개략적 사시도이다.

도 13은 도 12에 도시된 본 발명에 따른 MEMS 스위치의 동작을 설명하는 도면이다.

도 14는 본 발명의 제10실시예에 따른 MEMS 스위치의 개략적 사시도이다.

도 15는 도 14에 도시된 본 발명에 따른 MEMS 스위치의 개략적 단면도이다.

도 16은 도 14에 도시된 본 발명에 따른 MEMS 스위치의 동작을 설명하는 도면이다.

도 17a 내지 도 17c는 본 발명을 특징 지우는 접촉부의 다양한 실시예를 보인다.

도 18a 내지 18d는 본 발명에 따른 MEMS 스위치에서 들뜬 구조의 접촉부를 형성하는 방법을 설명하는 공정도이다.

도 19a는 본 발명의 방법에 따른 도 18c의 공정에 의해 비정질탄소(a-C)가 형성됨으로써 형성된 돔형 구조물의 외관을 보이는 SEM이다.

도 19b는 도 19a의 돔형 구조물의 내부에 a-C 부생성물이 생성 및 축적된 상태를 보이는 SEM 사진이다.

도 19c는 본 발명에 따른 도 18d의 공정 즉 산소 플라즈마에 의해 a-C 이 제거된 상태에서의 돔형 구조물의 외관을 보이는 SEM 사진이다.

도 19d는 도 19a의 돔형 구조물 내의 a-C 이 제거된 상태를 보이는 SEM 사진이다.

도 20a 내지 20d는 본 발명에 따른 MEMS 스위치의 일부 제조 공정도이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10: 기판 20 : 스페이서

30, 30a, 30b : 신호선 40 : 빔 작동 전극

60 : 빔

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<32> 본 발명은 MEMS(Microelectro mechanical system) 스위치에 관한 것으로서, 상세하게는 스위칭 요소의 늘어 붙음 현상이 효과적으로 방지되고 안정된 스위칭 동작이 가능한 MEMS 스위치에 관한 것이다.

<33> MEMS 기술을 이용한 RF 소자 중 현재 가장 널리 제작되고 있는 것은 스위치이다. RF 스위치는 마이크로파나 밀리미터파 대역의 무선통신 단말기 및 시스템에서 신호의 선별 전송(signal routing)이나 임피던스 정합 회로(impedance matching networks) 등에서 많이 응용되는 소자이다.

<34> RF MEMS 스위치에는 용량성 스위치(capacitive switch) 또는 저항성 스위치(ohmic switch) 등의 두 타입이 있으며, 이러한 스위치의 다양한 형태가 해 미국특허 5,619,061호 개시되어 있다.

<35> 도 1은 종래의 저항성 MEMS 스위치의 개략적 수직 구조를 보인다.

<36> 도 1을 참조하면, 기판(1)의 상면 양측에 소정 높이의 스페이서(2, 2)가 형성되어 있다. 각 스페이서(2)는 기판(1)의 상방에 위치하는 도전성 예를 들어 금속성 빔(6)을 지지한다. 스페이서(2)에 의해 그 양단이 지지되어 있는 빔(6)의 저면에 콘택트 플레이트(7)가 부착되어 있다. 상기 콘택트 플레이트(7)에 대응하는 기판(1)의 상면에 신호선(3)이 형성되어 있고, 신호선(3)의 양측에는 RF 그라운드(4)가 형성되어 있다. RF 그라

운드(4) 상면에는 빔(6)과 RF 그라운드(4)가 직접 접촉하는 것을 방지하는 유전물질 등에 의한 절연막(5)이 형성되어 있다.

<37> 상기 빔(6)과 RF 그라운드(4)에 소정 전위의 직류 전압이 인가되면 빔(6)과 RF 그라운드(4) 간의 정전기력에 의해 빔(6)이 RF 그라운드(4) 위의 절연막(5)에 밀착되고 이때 빔(6) 중앙 저면의 콘택트 플레이트(7)가 신호선(3)에 접촉 하게 됨으로써 빔(6)과 신호선(3)간의 전기적 경로로 온(ON) RF 시그날의 통과가 허용된다.

<38> 도 2는 종래 용량성 RF MEMS 스위치의 개략적 수직 구조를 보인다.

<39> 도 2에 도시된 종래 MEMS 스위치의 스위칭 동작은 신호선(3a)과 빔(6a) 간에 발생하는 정전기력에 의해 이루어진다. 이때에 신호선(3a)과 빔(6a)간의 직접접촉에 의한 정전기력 상실을 방지하기 위하여 빔(6a)의 저면에 절연층(5a)이 형성되어 있다.

<40> 상기 신호선(3a)과 빔(6a)의 사이에 소정 전위의 직류전압이 인가되면, 신호선(3a)과 빔(6a) 간의 정전기력에 의해 빔(6a)이 신호선(3a)의 상면에 접촉됨으로써 빔(6a)과 신호선(3a) 사이의 캐패시턴스가 크게 증가, 즉 전기적으로 온(ON) 상태가 된다. 이때에 빔(6a)과 신호선(3a) 사이에 전기적 쇼트를 방지하는 절연막(5a)이 존재하므로 빔(6a)과 신호선(3a) 사이에 주어진 직류전압이 인가되는 한 온 상태가 유지되며, 따라서 상기 빔(6a)과 신호선(3a)를 통해 RF 신호가 통과하게 된다. 실제로 상기와 같은 스위칭 동작을 일으키기 위한 직류 전원에는 RF 신호의 유입을 방지하기 위한 저항 또는 초오크와 같은 고주파차단 필터가 마련되어 있고, RF 신호 진행 경로 상에는 상기 직류전원으로 부터의 직류가 유입되는 것을 방지하기 위해 캐패시터와 같은 직류 차단 수단이 마련된다.

<41> 이상에서 설명된 두 스위치는 도 1에 도시된 바와 같이 신호선과 빔이 면 접촉하도록 되어 있다. 어떠한 이유에 의해 상기 신호선과 빔이 완전 밀착하지 않게 되면, 신호선과 빔 간의 불안정한 물질적 접촉에 의해 스위칭 동작이 불안정하게 이루어지게 된다. 따라서, 상기 빔은 상기 기판 또는 신호선의 평면에 대해 나란하게 형성되어야 한다.

<42> 도 3에 도시된 바와 같이 분리된 분리되어 있는 두 신호선(3b, 3b)이 하나의 빔(6b)에 의해 전기적으로 연결되는 구조의 스위치의 경우 빔(6b)이 기판(1) 또는 신호선(3b, 3b)에 대해 나란하게 배치되어 있기 않게 되면, 자칫 스위칭 동작이 불안정하게 되고 심하게는 스위칭 동작에 실패하게 된다.

<43> 한편, 상기와 같은 RF MEMS 스위치의 제작은 성막 및 식각 공정이 수반되는 RF 차단 소자, 신호선, 절연층을 형성하고, 기판으로부터 떨어진 빔을 형성하기 위하여 희생층 형성, 구조층 형성, 희생층 제거 등의 공정 순서로 진행이 된다. 기판 상의 신호선은 사진공정과 식각 공정을 통해 건식 또는 습식 에칭 공정에 의해 형성된다. 이렇게 형성된 신호선은 그 상부의 빔 등의 운동 구조물과 매우 가깝게 위치하기 때문에 공정시 사용되는 에칭액 등에 의해 빔과 신호선이 들어 붙는 스틱션(stiction)의 문제가 발생된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<44> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위한 것으로서 안정된 스위칭 동작이 가능하며, 제작시 발생될 수 있는 빔의 스틱션을 효과적으로 방지할 수 있는 MEMS 스위치 및 그 제조방법을 제공함에 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <45> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 MEMS 스위치는:
- <46> 기판과;
- <47> 상기 기판 상면에 형성되는 신호선과;
- <48> 상기 정전기력에 의해 변형되어 상기 신호선과 전기적으로 스위칭되는 빔과;
- <49> 상기 신호선에 마련되는 것으로 상기 빔과의 전기적 접촉을 이루며, 외부로부터의 힘에 의해 탄성 변형하는 스프링형 접촉부를; 구비한다.
- <50> 상기 본 발명의 MEMS 스위치에 있어서, 상기 접촉부는 곡면형으로 형성되어 는 것이 바람직하다. 본 발명의 실시예들에 따르면 상기 곡면형 접촉부는 양 단부를 가지는 아치형상 또는 돔 형상을 가진다.
- <51> 본 발명에 따르면, 상기 아치형 및 돔형의 곡면형 접촉부의 정상부분에 관통공이 형성되는 것이 바람직하다.
- <52> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 MEMS 스위치의 다른 유형은:
- <53> 기판과;
- <54> 상기 기판 상면에 형성되는 것으로 그 단부가 상호 근접하게 배치되는 제 1, 2 신호선과;
- <55> 상기 정전기력에 의해 변형되어 상기 제 1, 제 2 신호선과 전기적으로 접촉되는 빔과;
- <56> 상기 양 신호선의 각 단부에 마련되는 것으로 상기 빔과의 전기적 접촉을 이루며, 외부로부터의 힘에 의해 탄성 변형하는 스프링형 접촉부를; 구비한다.

<57> 상기 유형의 본 발명의 MEMS 스위치에 있어서, 상기 접촉부는 곡면형으로 형성되어
는 것이 바람직하다.

<58> 본 발명의 상기 두 MEMS 스위치에 있어서, 상기 빔은 상기 접촉부의 상방에 위치하
며, 그 양단이 상기 기판에 대해 고정되어 있는 단순 지지보(Simply- Supported Beam)의
형태, 상기 기판에 대해 고정되는 고정단(fixed end)과 그 반대편의 자유단(free end)
을 가지는 외팔보(cantilever)의 형태, 또는 상기 접촉부에 대응하는 부분의 둘레의 일
부 또는 전체가 상기 기판에 대해 고정되는 멤브레인의 형태를 가진다.

<59> 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다.
이하의 설명에서 MEMS 스위치에 관련된 당 기술분야에서 알려진 일반적인 기술이나 설명
되거나 도시되지 않은 구성요소에 대해서는 깊이 설명되지 않을 것이다.

<60> 도 4는 본 발명에 따른 MEMS 스위치의 제1실시예를 보이는 개략적 수직
단면도이며, 도 5는 그 사시도이다.

<61> 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 기판(10) 상면 중앙에 돔형 접촉부(31)를 가지
는 스트립상의 신호선(30)이 형성되어 있다. 돔형 접촉부(31)의 상방에는 양 스페이서
(20)에 의해 단순 지지보(simple beam or simply-supported beam) 형태로 고정되어 있는
작동 빔(60)이 위치한다. 상기 돔형 접촉부(31)의 정상부분에는 관통공(31a)이 형성되어
있다. 상기 신호선(30)의 양측에는 상기 빔(60)과 함께 정전기력을 발생시켜 빔(60)을
끌어 당겨 돔형 접촉부(31)에 접촉시키는 빔 작동 전극(40)이 마련된다. 여기에서 빔 작
동 전극(40)은 RF 신호의 도파(wave guide)에 필요할 수 있는 그라운드로서 사용될 수
도 있고 따라서 이때에는 도 4에 점선으로 연장된 바와 같이 신호선(30)에 나란하게 연
장되는 것이 바람직하다.

<62> 도 6을 참조하면, 빔(60)과 작동 전극(40)에 DC 전압이 인가되면, 이들 사이에 대전이 일어나고 따라서 정전인력에 의해 빔(60)이 기관(10) 측으로 이끌리게 된다. 빔(60)이 이끌리게 됨으로써 빔(60)의 중앙 부분이 상기 돔형 접촉부(31)에 접촉되게 된다. 이때에 돔형 접촉부(31)는 빔(60)에 의해 가해지는 힘에 의해 부분적으로 탄성 변형(elastic deformation) 되면서 오믹 콘택(ohmic contact)을 이루게 된다. 이러한 국부적 탄성 변형을 수반하는 오믹 콘택은 안정적인 RF 신호의 흐름을 가능케 한다. 여기에서 상기 돔형 접촉부(31)에 형성된 관통공(31a)은 탄성 변형시 유연성을 부가하는 수단으로 이것이 없는 경우 돔형 접촉부(31)의 강성(stiffness)이 증대된다.

<63> 상기 구조에서 빔(60), 신호선(31) 및 구동 전극(40)은 도전체이며, 상기 (60)과 신호선(31)은 오믹 콘택을 이루도록 되어 있다. 일반적으로 상기 빔(60)과 기관(10) 상면간의 간격을 3 미크론 정도이며, 상기 돔형 접촉부(31)의 높이는 약 2미크론 정도가 될 수 있다. 그리고 신호선(60) 양측의 빔 작동 전극(40)의 두께는 수천 Å 정도이다. 따라서 도 6에 도시된 바와 같이 상기 전극(40)과 빔(60) 간에 대전이 이루어져 정전력에 의해 빔(60)이 변형되었을 때 상기 돔형 접촉부(31)에 접촉되고 전극(40)과 빔(60)은 공기층 사이에 두고 떨어져 있게 된다. 따라서 이러한 구조에서는 전극(40)과 빔(60)의 사이에 별도의 유전체층을 마련할 필요는 없다.

<64> 그러나, 만일의 경우, 즉 전극(40)과 빔(60)간의 오믹접촉을 완전히 방지하기 위하여 도 6a에 도시된 바와 같이, 전극(40) 위에 유전체층(41a)을 형성하거나, 도 6b에 도시된 바와 같이 돔형 접촉부(31)에 대응하는 중앙 저면 부분을 제외하고 빔(60)양측 저면에 유전체층(41b)을 형성할 수 있다.

- <65> 또한, 상기한 바와 같이 빔(60)과 접촉부(31)는 오믹 콘택을 이루도록 할 수 있지만, 용량성 콘택을 이루도록 접촉부(31)의 상면 또는 이에 대응하는 빔(60)의 저면에 유전체층을 형성할 수 있다.
- <66> 상기와 같은 구조의 MEMS 스위치 뿐 만 아니라 후술하는 다른 실시예의 MEMS 스위치의 설명에서 RF MEMS 스위치에서 사용되는 RF 블록킹 저항 또는 초오크 등과 같이 직류 회로 쪽으로의 RF 유입을 차단하는 RF 차단 수단, 캐패시터 등과 같이 RF 회로 쪽을 직류가 유입되는 것을 차단하는 직류 차단 수단 등에 대한 설명은 배제되며, 이는 알려진 기술로부터 용이하게 실시될 수 있는 것이며 이것이 본원 발명의 기술적 범위를 제한하지 않는다.
- <67> 도7 내지 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 MEMS 스위치의 구조를 보인다. 도 7 내지 도 9를 참조하면, 본 실시예에서 설명되는 릴레이형 스위치로서 신호선(30)이 상호 대향하는 만곡되게 굽어져 플립 스프링의 형태를 가지는 곡면형 접촉부(32)를 각각 가지는 입력부(RF IN, 30a)과 출력부(RF OUT, 30b)으로 분리되어 있고, 상기 두 접촉부(32a, 32b) 위에 빔(60)이 마련되어 있다.
- <68> 따라서, 상기 빔 작동 전극(40)과 빔(60)간에 직류 전압이 인가되면, 도 9에 도시된 바와 같이 이때에 발생하는 정전기력에 의해 빔(60)이 기판(10) 측으로 이끌어지면서 상기 두 접촉부(32a, 32b)에 접촉되게 된다. 이때에 두 접촉부(32a, 32b)는 탄성 변형함으로써 적절한 압력으로 상기 빔(60)에 밀착되어 오믹 콘택을 이루게 따라서 상기 신호선(30)의 입력부(30a)와 출력부(30b)가 전기적으로 도통상태가 된다.
- <69> 여기에서 상기 빔(60)이 상기 입력부(30a) 및 출력부(30b)의 두 접촉부(32a, 32b)에 대해 나란하지 않고 일측으로 기울어졌다든가, 아니면 입력부(30a)와 출력부(30b)의

접촉부(32a, 32b)가 불균형적으로 형성되어 있는 경우에도, 상기와 같은 접촉부(32a, 32b)의 탄성적 변형에 의해 안정적인 오믹 콘택이 가능하게 된다.

<70> 위의 실시예의 경우에도, 즉 전극(40)과 빔(60)간의 오믹접촉을 완전히 방지하기 위하여 도 8a에 도시된 바와 같이, 전극(40) 위에 유전체층(41a)을 형성하거나, 도 8b에 도시된 바와 같이 돔형 접촉부(31)에 대응하는 중앙 저면 부분을 제외하고 빔(60)양측 저면에 유전체층(41b)을 형성할 수 있다.

<71> 도 10 및 도 11은 본 발명에 따른 또 다른 실시예의한 RF MEMS 스위치의 구조를 보인다.

<72> 본 실시예의 특징은 빔(60)이 일단은 고정되고 타단은 구속되지 않고 자유로운 캔틸레버의 형태를 가지며, 그리고 빔 작동 전극(40)이 하나만 적용된다는 점이다. 도 10 및 도 11을 참조하면, 기판(10) 상면 중앙에 돔형 접촉부(31)를 가지는 스트립상의 신호선(30)이 형성되어 있다. 돔형 접촉부(31) 위에는 빔(60)의 자유단(60a)이 위치한다. 상기 빔(60)의 고정단(60b)은 기판(10)에 고정된 스페이스(20)에 의해 지지된다. 상기 빔(60)과 신호선(30)은 임의의 직선 상에 위치하며, 각각의 단부에 위치하는 자유단(60a)과 돔형 접촉부(31)가 상하 중첩되도록 되어 있다. 여기에서 상기 신호선(30)과 빔(60)이 상호 직교하는 방향으로 배치하는 것도 가능하다. 상기 돔형 접촉부(31)와 스페이스(20)의 사이에는 빔(60)을 작동시키는 빔 작동 전극(40)이 위치한다. 상기 빔 작동 전극(40)의 위치 및 개수 변경될 수 있다.

<73> 도 12 및 도 13은 도 10 및 도 11에 도시된 MEMS 스위치의 변형예로서, 돔형 접촉부 대신에 플립 스프링 형태를 가지는 곡면형 접촉부(32)를 적용한다. 도 12 및 도 13에 도시된 바와 같이, 기본적인 구조는 도 10 및 11에 도시된 실시예와 동일하고 접촉부(32)만 다른 형태를 가진다. 본 실시예의 경우는 빔(6)이 캔틸레버 형태를 가지고 접촉부(32)로 역시 캔틸레버 형태를 가지므로 매우 유연하고 작은 정전기력에 의해서도 동작된다.

<74> 도 14 내지 도 16은 도 7 내지 도 9에 도시된 MEMS 스위치의 변형예이다.

<75> 도 14 내지 16을 참조하면, 본 실시예에서 설명되는 스위치는 릴레이형으로서 신호선(30)이 상호 대향하는 만곡되게 굽어져 플립 스프링의 형태를 가지는 곡면형 접촉부(32)를 각각 가지는 입력부(RF IN, 30a)과 출력부(RF OUT, 30b)으로 분리되어 있고, 상기 두 접촉부(32a, 32b) 위에 빔(60)의 자유단(60a)이 위치하며, 자유단(60a)으로부터 떨어진 빔(60)의 하부에 빔 작동 전극(40)이 위치한다..

<76> 따라서, 상기 빔 작동 전극(40)과 빔(60)간에 직류 전압이 인가되면, 도 16에 도시된 바와 같이 이때에 발생하는 정전기력에 의해 빔(60)의 자유단(60a)이 기판(10) 측으로 이끌어지면서 상기 두 접촉부(32a, 32b)에 공히 접촉되게 된다. 이때에 두 접촉부(32a, 32b)는 탄성 변형함으로써 적절한 압력으로 상기 빔(60)에 밀착되어 오믹 콘택을 이루게 따라서 상기 신호선(30)의 입력부(30a)와 출력부(30b)가 전기적으로 도통상태가 된다.

<77> 여기에서 역시 전술한 바와 같이 상기 빔(60) 또는 이의 자유단(60a)이 상기 입력부(30a) 및 출력부(30b)의 두 접촉부(32a, 32b)에 대해 나란하지 않고 일측으로 기울어졌다든가, 아니면 입력부(30a)와 출력부(30b)의 접촉부(32a, 32b)가 불균형적으로 형성

되어 있는 경우에도, 상기와 같은 접촉부(32a, 32b)의 탄성적 변형에 의해 안정적인 오믹 콘택이 가능하게 된다.

- <78> 위의 실시예의 경우에도, 즉 전극(40)과 빔(60)간의 오믹접촉을 완전히 방지하기 위하여 전극(40) 위에 유전체층을 형성하거나 아니면 이에 대응한 빔의 저면에 유전체층을 형성할 수 있다.
- <79> 도 17a 내지 도 17d는 다양한 형태의 접촉부의 실시예를 보인다.
- <80> 도 17a의 경우는 도 4 내지 도 6에 도시된 돔형 접촉부를 나타내면, 도 17b는 도 7 내지 도 9에 도시된 곡면형 접촉부를 도시한다. 도 17c는 도 17b에 도시된 곡면형 접촉부의 변형례로서 상호 대향된 접촉부(32a, 32b)의 가장자리 부분의 중앙에 국부적인 유연성을 더 증대하기 위한 호형의 절제부(32a', 32b')가 마련된 구조를 가진다. 이러한 형태 이외에, 본 발명의 사상에 따라 탄성 변형이 가능하도록 된 접촉부의 구체적인 형태는 다른 다양한 형태로의 변형이 가능할 것이다.
- <81> 이하의 설명에서는 상기와 같이 탄성변형이 가능한 접촉부 또는 이를 가지는 신호선의 제조방법이 설명된다.
- <82> 기본적으로 본 발명의 제조방법은 기판으로부터 들뜬 구조의 접촉부 또는 이를 지지하는 적층의 하부에 비정질물질층을 마련하고 그리고 비정질물질층의 하부에 촉매층을 마련한 상태에서 촉매층에 까지 연장되는 홀을 형성한 상태에서 탄산가스 및 수소 가스를 공급함으로써 상기 접촉부가 기판으로부터 들뜨도록 하는 과정을 포함한다. 신호선의 일부인 접촉부의 들뜸은 그 하부에 위치하는 비정질층 및/또는 촉매층간의 반응에 의한 부산물이 구조물의 하부에 축적/확장되는 것에 의해 이루어진다.

<83> 먼저, 접촉부를 형성하는 방법의 개념을 도면과 함께 설명한다.

<84> 도 18a에 도시된 바와 같이, 기판(101) 상에 촉매층(102)을 형성한다. 여기에서 촉매층의 재료는 예를 들어 Ni, Fe, Cr 중의 적어도 어느 하나를 포함하는 금속 예를 들어 소위 Invar 라 불리는 Fe-Ni-Co 합금이 적용될 수 있다. 그리고 상기 촉매층의 하부에 신호선으로 사용하기 위한 Cr 또는 Ni 금속층을 먼저 형성할 수 있다. 이에 이어 상기 촉매층(102)의 위에는 비정질물질층(103), 예를 들어 비정질 실리콘(a-Si)을 형성한다.

<85> 도 18b에 도시된 바와 같이, 상기 비정질물질층(103)에 관통공(103')을 형성한다. 이 관통공은 전술한 실시예의 설명에서 돔형접촉부 정상부분에 마련된 관통공에 해당될 수 있다.

<86> 도 18c에 도시된 바와 같이, 상기 관통공(103')을 통해 반응가스를 촉매층(102)에 접촉시킨다. 여기에서 반응가스는, 예를 들어 뜨거운 탄산가스 구체적으로는 소정 비율의 일산화탄소가 될 수 있다. 이러한 촉매층(102)에 대한 반응가스의 접촉에 의하면 일산화탄소와 수소가스와의 반응에 의해 부생성물, 예를 들어 비정질 탄소(a-C, 14)를 생성, 축적 및 팽창한다. 이때에 a-C의 효과적인 생성을 위하여 소정 온도이상으로 승온시킨 후 일정시간 유지 및 감온의 과정을 수행한다. 이러한 비정질탄소의 생성은 후술하는 들뜬 구조의 탄력적 접촉부를 얻는데 필수적이다.

<87> 따라서 a-Si 등으로된 비정질물질층(103)은 돔형상을 변형되고 따라서, 도18d에 도시된 바와 같이 상기 a-C 이 제거되면 돔형으로 들뜬 비정질 물질층을 얻을 수 있게 된다. a-C의 제거는 뜨거운 수소나 산소 플라즈마 공급에 의해 상기 a-C를 CO₂ 등의 가스 상태로 산화시켜 제거할 수 있다. 그외에 고온 소성 공정 수소 플라즈마 등으로 제거할

수 도 있다. 위의 구조에서 a-Si은 잘 알려진 바와 같이 적절한 불순물의 도핑에 도전체를 띄게 할 수 있고, 따라서 이 자체를 신호선 및 접촉부로서 사용할 수 있게 된다.

<88> 도 19a는 도 18c의 공정에 의해 상기와 같은 본 발명의 방법에 의해 a-C 형성된 상태에서 이에 의해 형성된 돔형 구조물의 외관을 보이는 SEM이며, 도 19b는 돔형 구조물의 내부에 a-C 부생성물이 생성 및 축적된 상태를 보이는 SEM 사진이다. 도 19c는 도 18d의 공정 즉 산소 플라즈마 가스에 의해 a-C 이 제거된 상태에서의 돔형 구조물의 외관을 보이는 SEM 사진이며, 도 19d는 돔형 구조물 내의 a-C 이 제거된 상태를 보이는 SEM 사진이다. 상기와 같은 돔형 구조물을 포토리소그래피에 의해 소정패턴으로 식각함으로써 도 17a 내지 도 17c 등에 도시된 형태의 접촉부를 얻을 수 있다.

<89> 도 20a 내지 도 20h는 본 발명에 따른 MEMS 스위치의 제조방법의 한 실시예의 공정도이다.

<90> 도 20a에 도시된 바와 같이, 기판(100) 위에 Cr 또는 Ni 금속막을 형성한 후 이를 패터닝하여 좌우 분리된 신호선(30)을 형성한다. 신호선(30)의 패터닝은 현 단계에서 이루어질 수 도 있으나, 차후의 비정질물질층의 패터닝시 같이 수행될 수 도 있다.

<91> 도 20b에 도시된 바와 같이 기판(10)의 중앙의 신호선(30) 사이 또는 양 신호선(30)을 덮는 정도의 면적으로 촉매층(34)을 형성한다. 이때에 포토마스크를 이용한 리프트오프 방법에 의해 상기 촉매층(34)을 원하는 형태로 형성할 수 있다.

<92> 도 20c에 도시된 바와 같이, 상기 적층 위에 비정질물질, 예를 들어 a-Si(35)를 CVD 법에 의해 전면 증착한 후 도 20d에 도시된 바와 같이 상기 신호선(30) 사이의 영역에 대응하는 관통공(35a)을 형성한다.

- <93> 도 20d에 도시된 바와 같이, 상기 관통공(35a)의 상부로 부터 CVD 장치등에 의해 뜨거운 일산화탄소와 수소 가스가 공급하여 관통공(35a)을 통해 촉매층(34) 과 비정질 실리콘(35)이 반응하여 비정질 실리콘(35)의 하부에 부생성물인 비정질 탄소(a-C, 36)를 생성한다. 지속적인 뜨거운 일산화탄소와 수소 가스가 공급되면 도시된 바와 같 상기 관통공(35a) 주위의 부분이 돔형으로 들 뜨게 된다.
- <94> 도 20e에 도시된 바와 같이 상기 관통공(35a)을 통해 H₂ 또는 O₂ 플라즈마 등이 공급하여 상기 관통공(35a) 하부에 존재하는 비정질탄소(a-C)를 분해 제거한다. 따라서, 비정질 실리콘(35)의 하부에 축적되었던 비정질탄소(a-C)가 제거됨으로써 돔형으로 변형된 비정질 실리콘 즉, 본 발명의 MEMS 스위치에서의 접촉부의 초기형태를 얻을 수 있게 된다.
- <95> 이와 같은 돔구조물의 형성이후에 포토 리소그래피법에 의해 상기 비정질실리콘을 목적하는 형태로 패터닝하여 목적하는 형태의 접촉부를 가지는 신호선을 완성한다. 이러한 과정에 따르면 신호선이 상기와 같은 금속층 및 비정질실리콘에 의한 2층 구조를 가지며, 그리고 상기 접촉부는 비정질 실리콘에 의해 얻어진다. 여기에서 비정질 실리콘은 전술한 바와 같이 성막시 적절한 도핑에 의해 도전성을 띌수 있으며, 필요에 따라서는 도전성의 개선 등을 위해 상기 비정질 실리콘 위에 추가적인 금속막의 형성이 가능하다.
- <96> 이러한 과정이 수행된 후, 통상의 방법에 의해 상기 접촉부 위에 위치하는 빔 및 이를 지지하는 스페이서를 형성하여 목적하는 RF MEMS 스위치, 예를 들어 도 7에 도시된 바와 같이 MEMS 스위치를 얻는다.

【발명의 효과】

- <97> 상기한 바와 같이 본 발명에 의하면 접촉부와 빔간의 접촉의 안정성이 향상된다. 특히 빔 또는 그 하부의 접촉부가 공정 오차에 의해 다소 불균형적으로 형성된다 해도 탄력적 변형을 수반하는 접촉에 의해 이를 보상하여 안정된 전기적 스위칭을 얻을 수 있다. 또한, 일반적으로 빔과 그 하부의 구조물 간의 늘어 붙음이 효과적으로 방지될 수 있다. 이는 빔 하부의 접촉부가 돔형 또는 곡면형 등 3차원적인 구조를 가지기 때문에 빔과 접촉부의 영구적 늘어 붙음을 방지할 수 있다.
- <98> 몇몇의 모범적인 실시예가 설명되고 첨부된 도면에 도시되었으나, 이러한 실시예들은 단지 넓은 발명을 예시하고 이를 제한하지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이며, 그리고 본 발명은 도시되고 설명된 구조와 배열에 국한되지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이며, 이는 다양한 다른 수정이 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 일어날 수 있기 때문이다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

기판과;

상기 기판 상면에 형성되는 신호선과;

상기 정전기력에 의해 변형되어 상기 신호선과 전기적으로 스위칭되는 빔과;

상기 신호선에 마련되는 것으로 상기 빔과의 전기적 접촉을 이루며, 외부로 부터의 힘에 의해 탄성 변형하는 스프링형 접촉부를; 구비하는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 접촉부는 곡면형의 플립 스프링 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

상기 접촉부는 상기 빔에 대응하는 정상부를 가지는 돔형인 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서,

상기 접촉부는 양단부를 가지는 아아치형인 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서,

상기 접촉부는 비정질실리콘으로 형성되는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 6】

제 3 항에 있어서,

상기 돔형 접촉부의 정상부분에 관통공이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 7】

제 3 항에 있어서,

상기 아아치형 접촉부의 정상부분에 관통공이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 8】

제 1 항에 있어서,

상기 빔은 그 양단에 지지하는 스페이서에 의해 현가되어 있는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 9】

제 8 항에 있어서,

상기 빔은 상기 신호선과 직교하는 방향으로 배치되고, 상기 빔의 하부에는 상기 신호선의 양측에 위치하는 빔 작동 전극이 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 10】

제 8 항에 있어서,

상기 빔 작동 전극의 상면에 유전체층이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 11】

제 1 항에 있어서,

상기 빔은 기판에 설치된 스페이서에 의해 그 후단이 고정되어 있고, 그 선단은 상기 신호선에 마련된 접촉부의 상방에 위치하는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 12】

기판과;

상기 기판 상면에 형성되는 것으로 그 단부가 상호 근접하게 배치되는 제 1, 2 신호선과;

상기 정전기력에 의해 변형되어 상기 제 1, 제 2 신호선과 전기적으로 접촉되는 빔과;

상기 양 신호선의 각 단부에 마련되는 것으로 상기 빔과의 전기적 접촉을 이루며, 외부로부터의 힘에 의해 탄성 변형하는 스프링형 접촉부를; 구비하는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 13】

제 12 항에 있어서,

상기 제 1, 제2 신호선의 각 단부에 마련되는 접촉부는 곡면형의 플립 스프링 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 14】

제 12 항에 있어서,

상기 접촉부는 비정질실리콘으로 형성되는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 15】

제 12 항에 있어서,

상기 빔은 그 양단에 지지하는 스페이서에 의해 현가되어 있는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 16】

제 15 항에 있어서,

상기 빔은 상기 신호선과 직교하는 방향으로 배치되고, 상기 빔의 하부에는 상기 신호선의 양측에 위치하는 빔 작동 전극이 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【청구항 17】

제 15 항에 있어서,

상기 빔 작동 전극의 상면에 유전체층이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

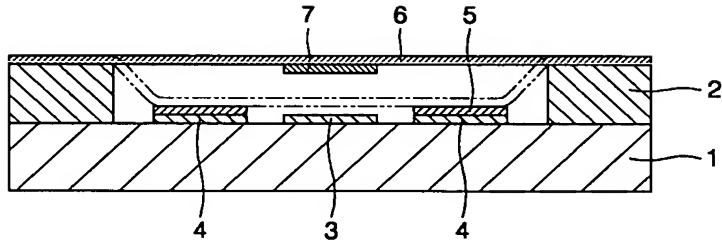
【청구항 18】

제 12 항에 있어서,

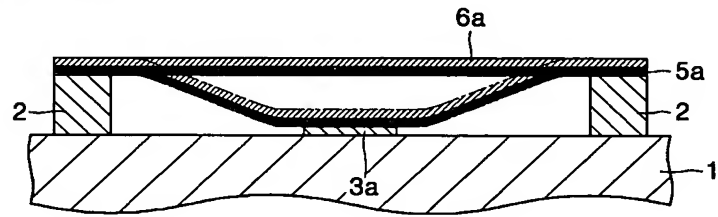
상기 빔은 기판에 설치된 스페이서에 의해 그 후단이 고정되어 있고, 그 선단은 상
기 제 1, 제 2 신호선의 양 접촉부의 상방에 위치하는 것을 특징으로 하는 MEMS 스위치.

【도면】

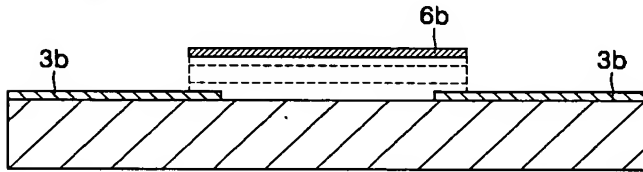
【도 1】



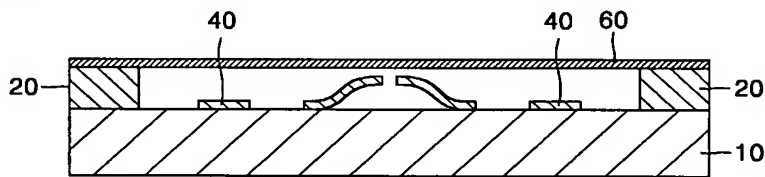
【도 2】



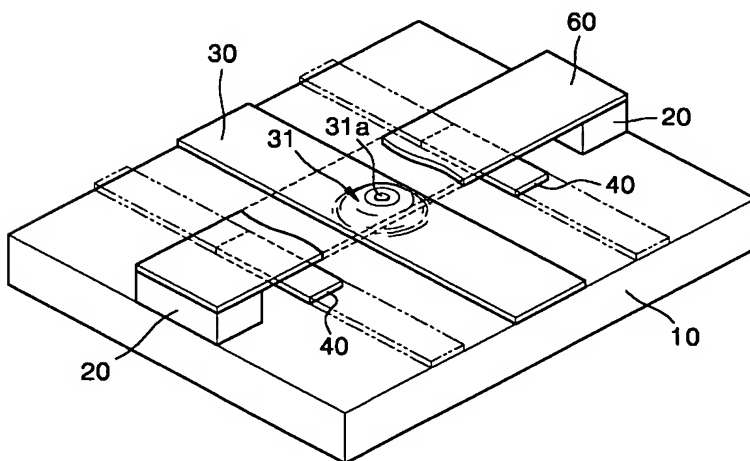
【도 3】



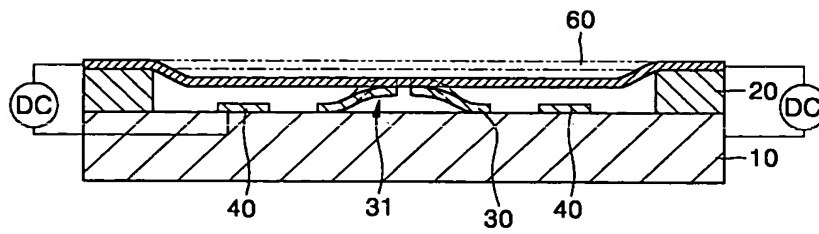
【도 4】



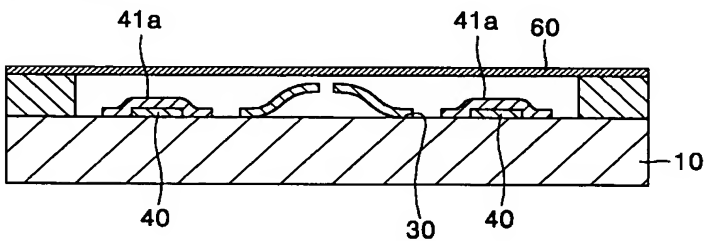
【도 5】



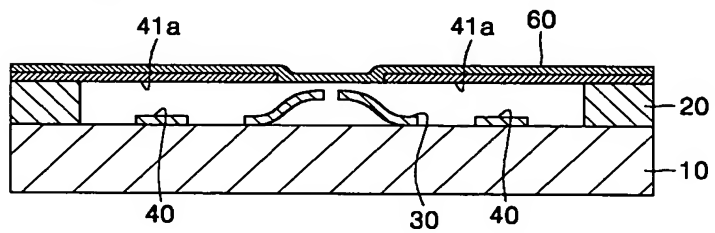
【도 6】



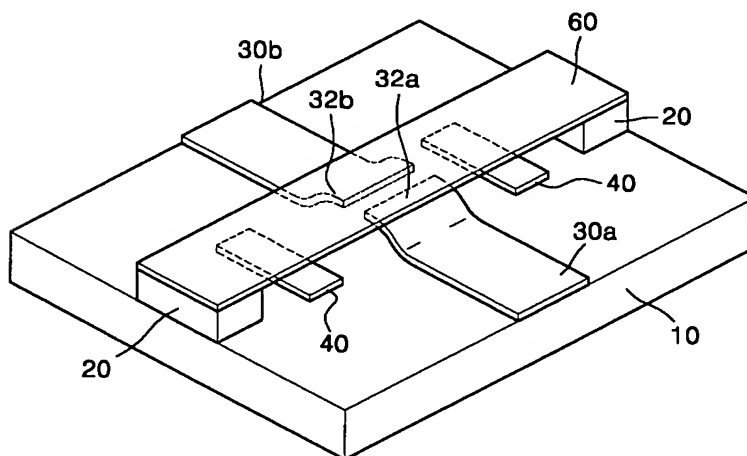
【도 6a】



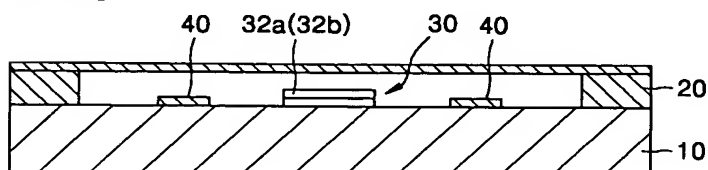
【도 6b】



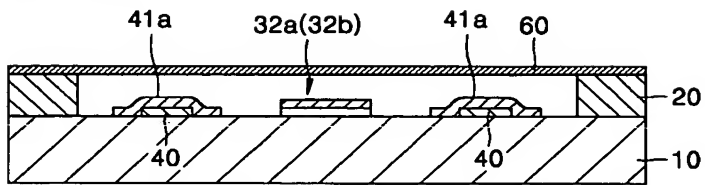
【도 7】



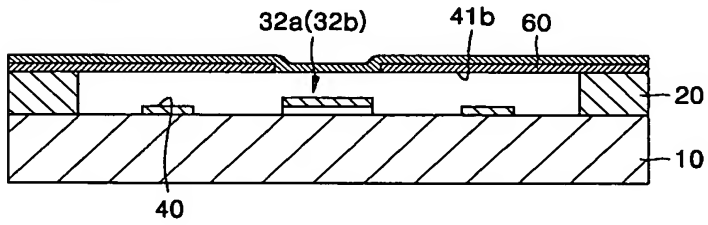
【도 8】



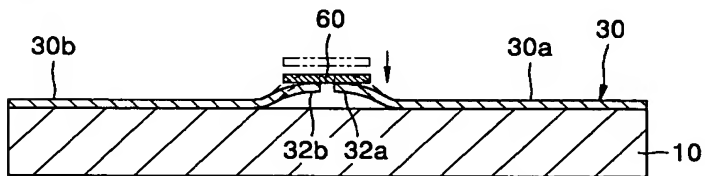
【도 8a】



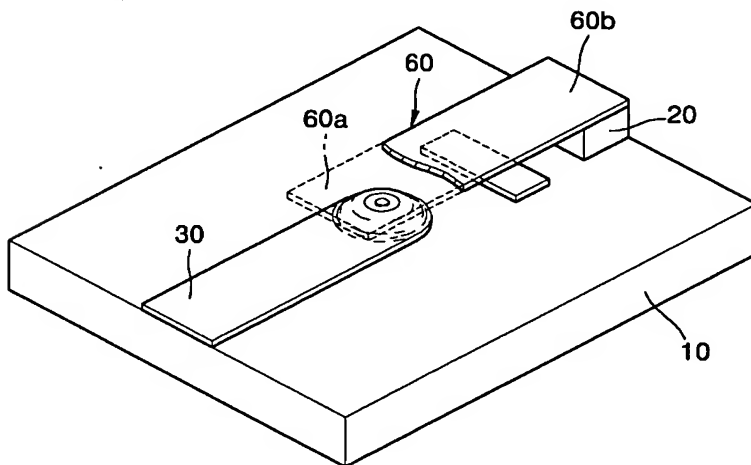
【도 8b】



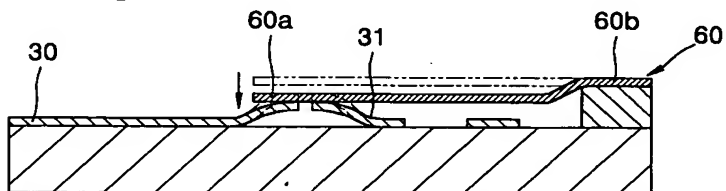
【도 9】



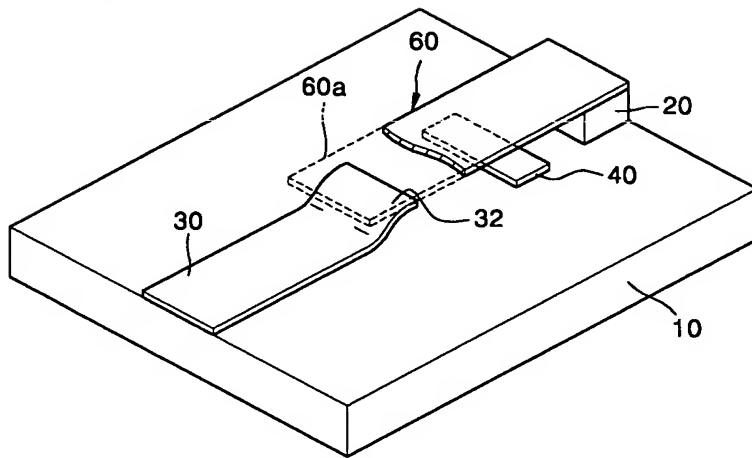
【도 10】



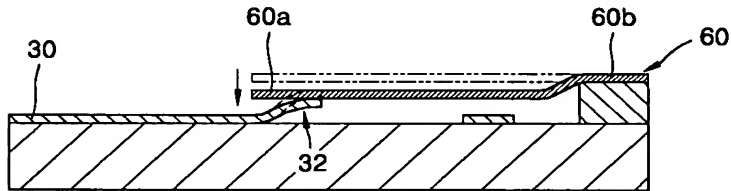
【도 11】



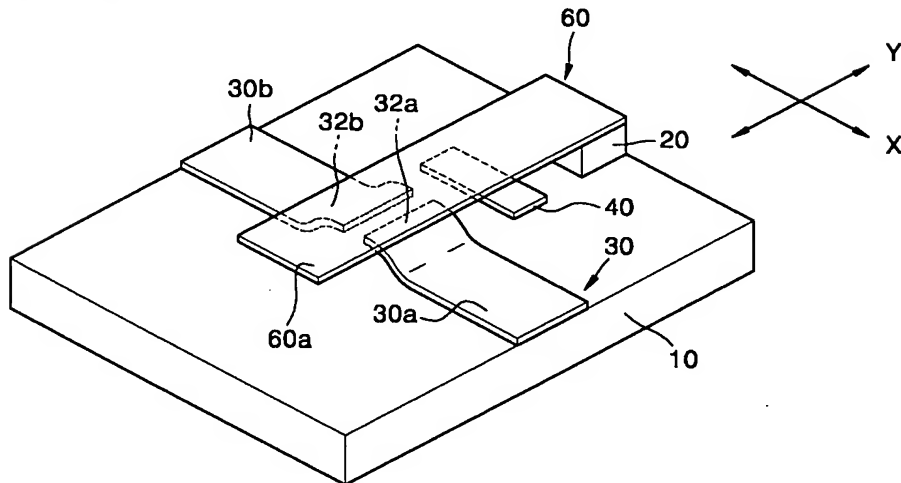
【도 12】



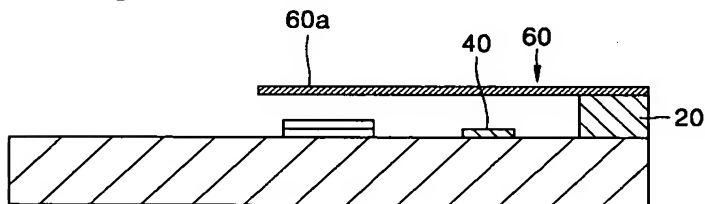
【도 13】



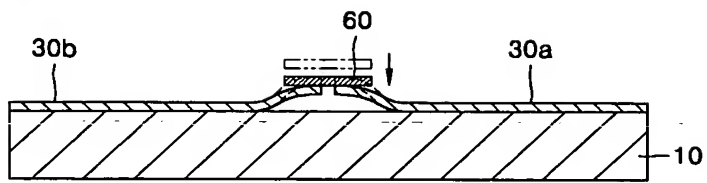
【도 14】



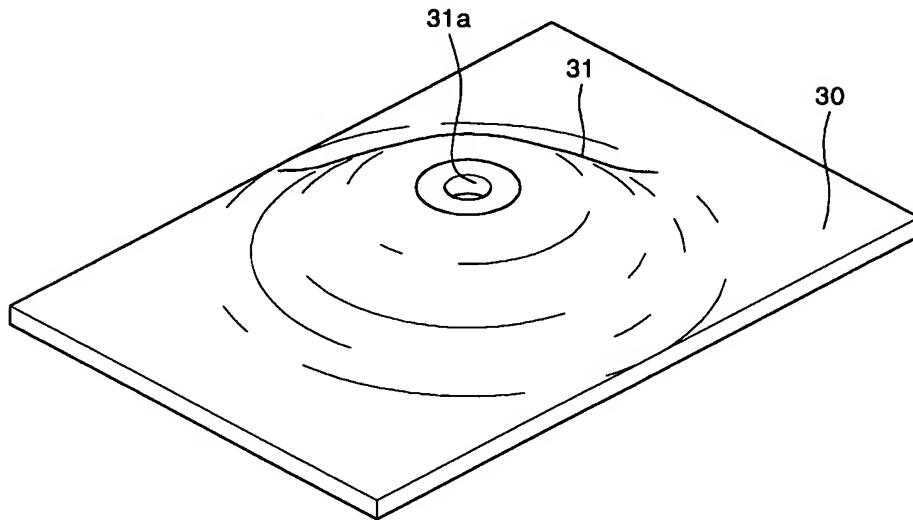
【도 15】



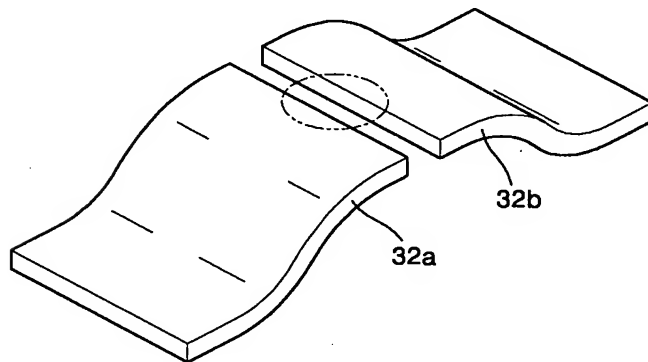
【도 16】



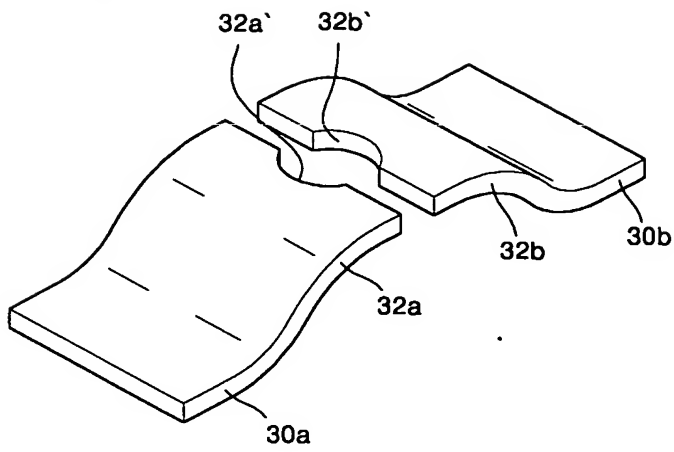
【도 17a】



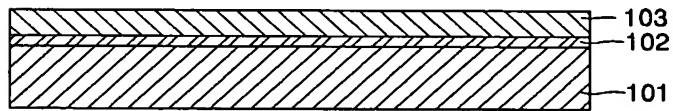
【도 17b】



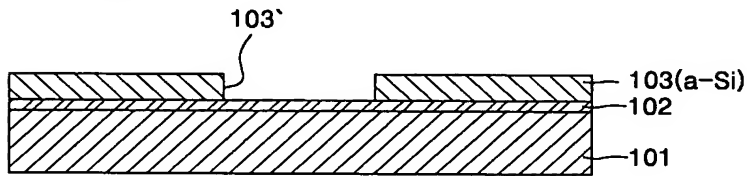
【도 17c】



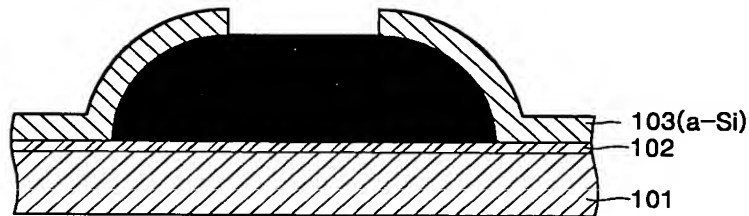
【도 18a】



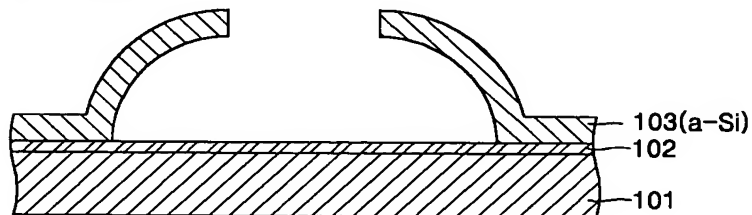
【도 18b】



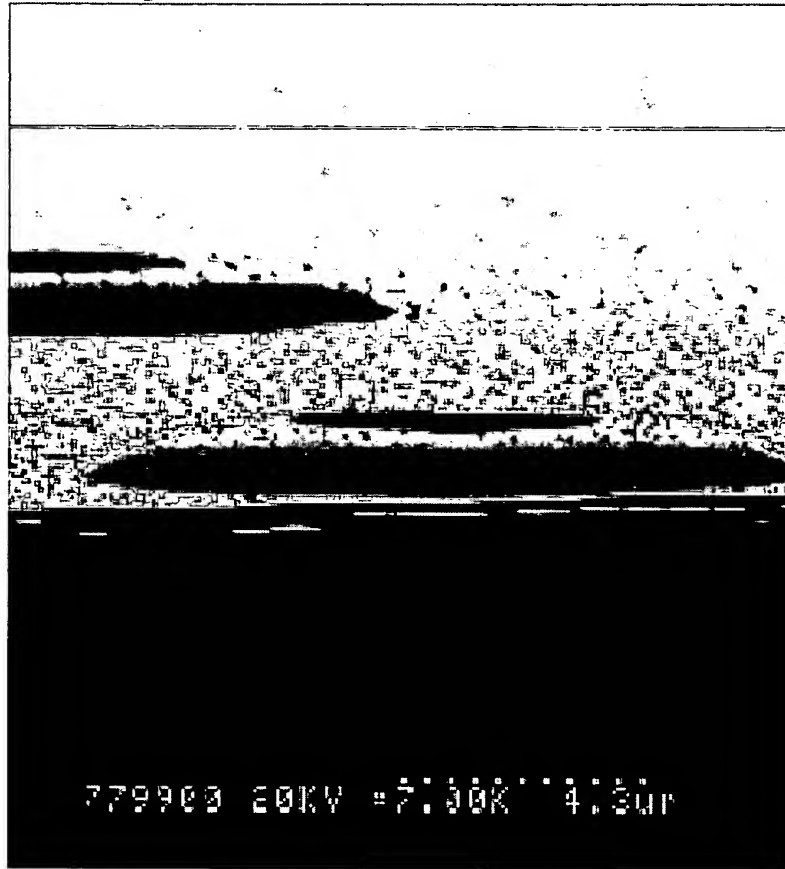
【도 18c】



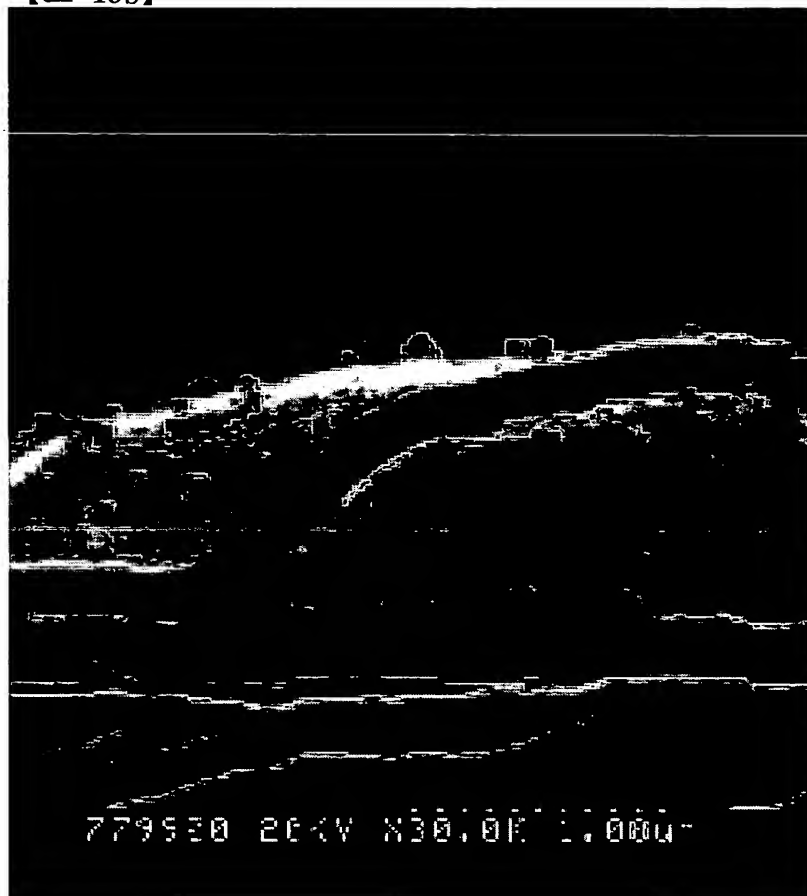
【도 18d】



【도 19a】



【도 19b】

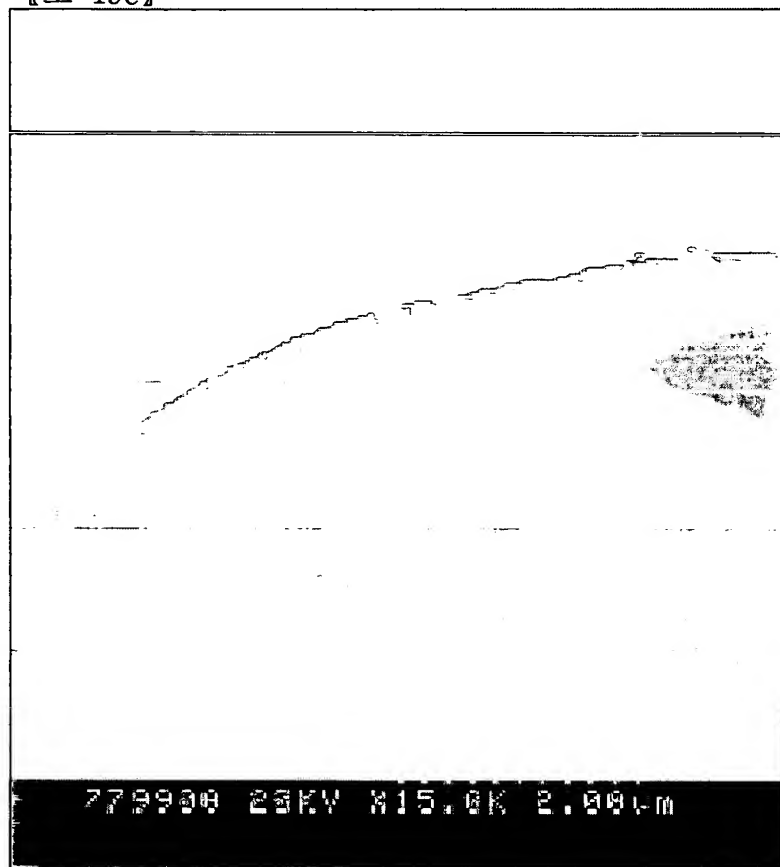


779930 20KV N30.00E 1.000-

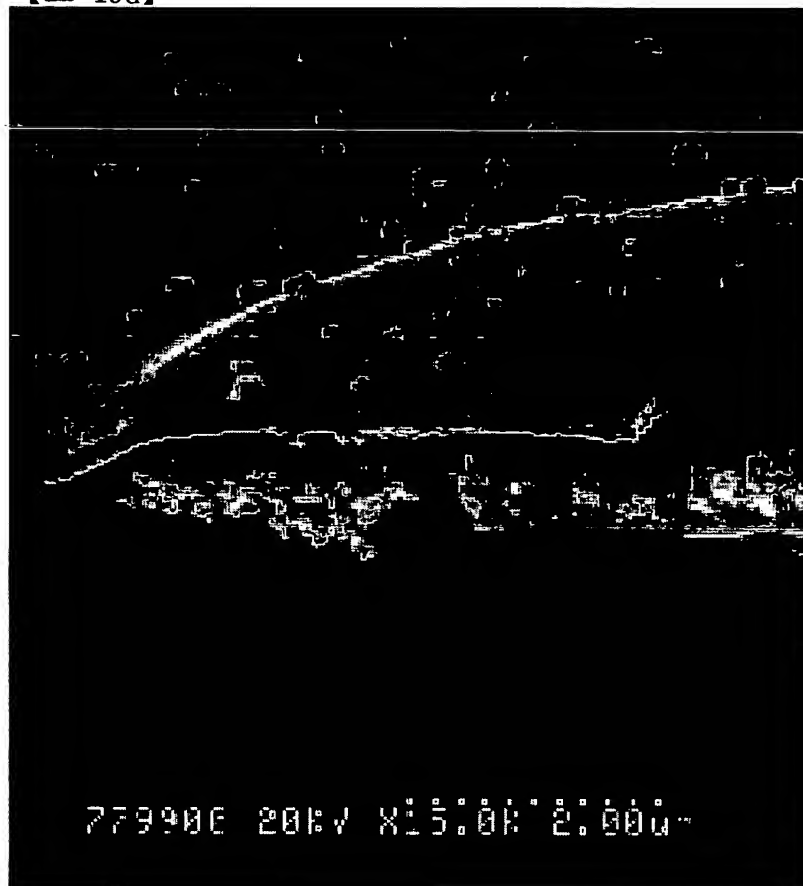
1020020071609

출력 일자: 2002/11/30

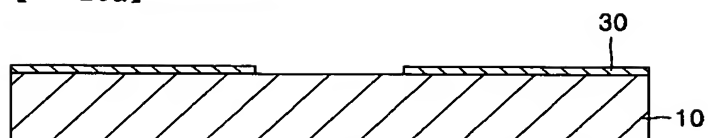
【도 19c】



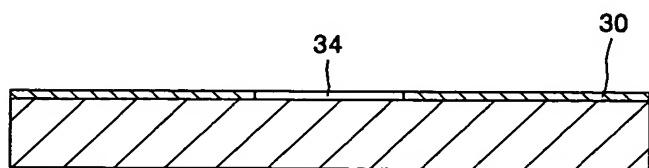
【도 19d】



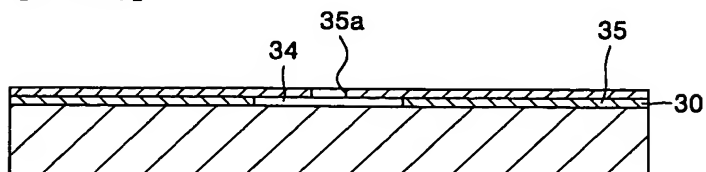
【도 20a】



【도 20b】



【도 20c】



【도 20d】

